

Über die Wirkung von *Bacillus thuringiensis* auf die Honigbiene (*Apis mellifera* L.)

Von Karl Stute, Bundesforschungsanstalt für Kleintierzucht [BFAK], Celle
(Direktor: Prof. Dr. Alfred Mehner)

Einleitung

Wie Lecomte und Martouret (1959) festgestellt haben, werden gekäfigte, adulte Bienen nicht geschädigt, wenn sie sieben Tage lang mit verschiedenen Mengen von *Bacillus thuringiensis*-Sporen, die in einem Zuckerteiggemisch verteilt worden waren, gefüttert werden. Ebenso ungefährlich verlief ein Gewächshausversuch für ein Bienenvölkchen, das auf blühenden Raps eingeflogen war. Der Raps wurde mit einer siebenfach höheren Konzentration von *Bacillus thuringiensis* behandelt, als sie für die Bekämpfung von *Pieris brassicae* L. empfohlen worden war. In ihrer Zusammenstellung der Toxizität von Schädlingsbekämpfungsmitteln gegenüber Bienen reihen Anderson und Atkins (1961) *Bacillus thuringiensis* in die letzte Gruppe (relativ nontoxic pesticides) ein. Schließlich berichtet Krieg (1961) über seine Versuche und solche von Kaeser, wonach keine Giftwirkung auf Honigbienen festgestellt wurde, wenn diesen Waben angeboten wurden, die zuvor mit 0,2%iger Aufschwemmung von *Bacillus thuringiensis* behandelt worden waren. Weiterhin wurde „weder eine verzögerte Eiablage durch die Königin noch eine sonstige toxische oder hemmende Wirkung auf die Brut noch eine sonstige negative Beeinflussung des Bienenvolkes“ bemerkt. Bei Krieg (1961) sind auch die eigenen, ihm schriftlich mitgeteilten Ergebnisse aus Versuchen mit *Bacillus thuringiensis* an Bienen angeführt.

Methode

1. Allgemeines

Die Prüfung der von den Farbwerken Hoechst AG überlassenen Mittel erfolgte nach den für den „Arbeitskreis für die Beurteilung der Einwirkung von Schädlingsbekämpfungsmitteln auf Bienen“ (AK) geltenden Richtlinien für Laboratoriumsuntersuchungen.

Da Pflanzenschutzmittel in der Regel zuerst auf Flugbienen wirken, werden für die Prüfung Bienen vor dem

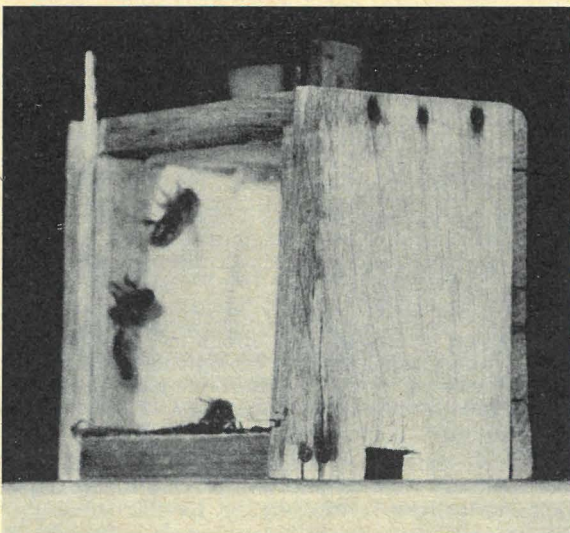


Abb. 1. Versuchskästchen. (Ausmaße: Länge 10 cm, Tiefe 6 cm, Höhe 8,5 cm.)

Flugloch abgefangen. Um den Ergebnissen eine möglichst große Sicherheit zu geben, wird in den einzelnen genormten Kästchen (Abb. 1) mit einer noch gut übersehbaren Anzahl von Versuchsinsekten gearbeitet, und zwar mit 10 Individuen. Bei der Prüfung eines Präparates werden in jeder Serie drei Kästchen mit je 10 Bienen kontrolliert, insgesamt also 30 Bienen. Als Futter dient den Bienen entweder Zuckerteig (zusätzlich Wasser) oder 50%ige Zuckerlösung. Die günstigste Versuchstemperatur liegt bei 20—25° C. Die Bienen werden während der Prüfung bei dieser Temperatur im Thermostaten gehalten; mit Wasser gefüllte Schälchen sorgen für eine konstante relative Feuchtigkeit. Die normale Beobachtungszeit beträgt 24 Stunden. Zeigt sich innerhalb dieser Zeit keine Beeinträchtigung der Bienen, dann wird die Beobachtungszeit auf insgesamt 72 Stunden verlängert.

2. Spezielles

a) Kontaktgiftwirkung

Bei den zu prüfenden Substanzen handelt es sich um hochkonzentriertes Spritzpulver. Die Laufflächen für die Bienen in den Versuchskästchen (Abb. 1), bestehend aus zugeschnittenen Papierstücken, die die Innenwände der Kästen mit Ausnahme des Beobachtungsfensters bedecken, werden mit der Lösung bzw. Aufschwemmung in vorgeschriebener Konzentration getränkt, danach zwei Stunden an der Luft getrocknet und nach weiteren zwei Stunden so in die Kästchen eingelegt, daß die Beobachtungsfenster frei bleiben. Als Kontrollen dienen Kästchen, die nur mit wasserbehandelten Papieren ausgekleidet werden.

b) Direktes Bespritzen

In der Praxis kommt es nicht selten vor, daß Flugbienen vom Spritzstrahl getroffen werden. Um diese Art der Wirkung nachzuweisen, werden 30 Bienen in einem Glasgefäß von oben her bespritzt und dann zu je 10 Stück in die mit unbehandeltem Papier ausgekleideten drei Kästen übergeführt. In diesen befindet sich Zuckerteig bzw. 50%ige Zuckerlösung als Nahrung. Als Kontrolle dienen mit Wasser bespritzte Bienen.

c) Atemgiftwirkung

Bei der Prüfung von Flüssigkeiten werden diese in Petrischalen so hoch eingefüllt, daß sich die Flüssigkeitsoberfläche 1 cm unter der Lauffläche (Drahtgaze der Versuchskästchen) der Bienen befindet. Die Kästchen mit jeweils 10 Bienen stehen während der Versuchszeit über den Petrischalen. Als Kontrolle dienen mit Wasser gefüllte Petrischalen.

d) Fraßgiftwirkung

Zur Beurteilung dieser Wirkung wird im AK die Angabe der LD 50 per os benutzt. Die LD 50 per os gibt dabei die Menge des zu prüfenden Präparates an, die innerhalb von 24 Stunden 50% der Versuchsbienen abtötet. Als „tot“ werden die Bienen angesehen, die entweder tatsächlich bewegungslos liegen, oder bei denen aus dem Gesamtverhalten — etwa „K.o.-Lage“ — geschlossen werden muß, daß sie sterben werden. Die LD 50 wird durch Einzelfütterung von jeweils 30 Bienen bestimmt, die anschließend zu je 10 Bienen im Kästchen gehalten werden. Die Einzelfütterung erfolgt mit einem

Volumen von 10 mm³. Als Lösungs- bzw. Aufschwemmungsmittel wird eine 50%ige Zuckerlösung benutzt. Die Bienen sollen nach der Fütterung etwa 15 Minuten lang beobachtet werden, um festzustellen, ob die aufgenommene Flüssigkeit nicht wieder erbrochen wird. Wenn das der Fall sein sollte, dann müssen die betreffenden Bienen aus dem Versuch genommen werden. Im Käfig müssen die Bienen sofort Futter aufnehmen können, so daß sie nicht „betteln“. Um zu vermeiden, daß zwischen der Fütterung der ersten und der letzten Biene zu viel Zeit verstreicht, kann man statt der sukzessiven Einzelfütterung eine Reihenfütterung von jeweils 10 Bienen vornehmen.

Wenn die Aufnahme von 10 mm³ zu langsam erfolgt, so ist es angebracht, die Bienen vorher hungern zu lassen. Es empfiehlt sich, stets eine frisch angesetzte Standardlösung bereit zu haben, bei der 100 mcg (mcg = Mikrogramm = millionstel Gramm) Präparat in 10 mm³ enthalten sind. Diese Lösung kann durch Verdünnen leicht in ihrer Konzentration geändert werden. Wenn sich nach der Aufnahme der Standardlösung bei den Versuchsbienen kein Effekt zeigt, so ist die LD 50 größer als 100 mcg und damit nach allen bisher vorliegenden Erfahrungen keine Schädigung der Bienen zu erwarten. Größere Mengen werden nicht verfüttert; die Angabe der LD 50 lautet in diesen Fällen: > 100 mcg. Zur Kontrolle werden die Bienen nur mit 50%iger Zuckerlösung gefüttert.

Ergebnisse

Von den Farbwerken Hoechst AG wurden der BFAK im Oktober 1959 zwei Formulierungen mit den Bezeichnungen „Hoe 2802“ und „Hoe 2802 conc.“ zur orientierenden Prüfung auf Bienenunschädlichkeit überlassen. Für beide Präparate lag die Anwendungskonzentration bei 0,2‰; „Hoe 2802 conc.“ enthielt eine höhere Anzahl von keimfähigen Sporen.

Infolge des günstigen Wetters konnte noch eine ausreichende Anzahl von Flugbienen für die Versuche abgefangen werden. Die Ergebnisse der Laboratoriumsuntersuchungen sind in den nachstehenden Tabellen

Tabelle 1.

Zeitabhängiger Verlauf des Totenfalles bei der Prüfung der Kontaktgiftwirkung

| Versuchsdauer in Tagen | Gruppe | Anzahl der toten Bienen | | |
|------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|--------------------|
| | | Hoe 2802 1 2 3 | Hoe 2802 conc. 1 2 3 | Kontrolle 1 2 3 |
| 3 | | 0 0 0 | 0 0 0 | 0 0 0 |
| 10 | | 0 0 0 | 0 0 0 | 1 0 0 |
| 12 | | 1 0 0 | 0 0 0 | 1 0 1 |
| 16 | | 1 0 0 | 0 0 0 | 1 0 1 |
| 19 | | 3 2 0 | 0 0 0 | 2 0 1 |
| 21 | | 3 4 1 | 2 1 2 | 4 3 4 |

Tabelle 2.

Zeitabhängiger Verlauf des Totenfalles beim direkten Bespritzen der Bienen

| Versuchsdauer in Tagen | Gruppe | Anzahl der toten Bienen | | |
|------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|--------------------|
| | | Hoe 2802 1 2 3 | Hoe 2802 conc. 1 2 3 | Kontrolle 1 2 3 |
| 3 | | 0 0 0 | 0 0 0 | 0 0 0 |
| 10 | | 1 0 0 | 1 0 1 | 2 0 1 |
| 12 | | 2 1 1 | 2 1 2 | 2 1 2 |
| 16 | | 3 2 3 | 3 2 4 | 3 2 4 |
| 19 | | 5 4 6 | 4 3 5 | 5 4 6 |
| 21 | | 7 6 9 | 7 6 8 | 8 6 8 |

1—3 zusammengefaßt. Die Versuche wurden nach 21 Tagen abgebrochen, da gekäfigte Bienen in der Regel, ohne größere Verluste aufzuweisen, nur so lange gehalten werden können. Bereits zwei Tage später, also nach 23 Tagen, waren fast alle Versuchstiere in den Kästchen tot. Wie ein Vergleich mit den Ausführungen im methodischen Teil zeigt, sind bei den Untersuchungen absichtlich lange Versuchszeiten angesetzt worden, um etwa sich zeigende Spätschäden an den Bienen zu erkennen.

Die Atemgiftwirkung wurde nicht geprüft, da anzunehmen war, daß eine solche nicht vorlag und daher von vornherein keine Unterschiede zu den Kontrollen zu erwarten waren.

Tabelle 3.

Zeitabhängiger Verlauf des Totenfalles bei der Prüfung der Fraßgiftwirkung

| Versuchsdauer in Tagen | Gruppe | Anzahl der toten Bienen | | |
|------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|--------------------|
| | | Hoe 2802 1 2 3 | Hoe 2802 conc. 1 2 3 | Kontrolle 1 2 3 |
| 3 | | 0 0 0 | 0 0 0 | 0 0 0 |
| 10 | | 1 1 1 | 1 0 0 | 1 1 2 |
| 12 | | 1 2 1 | 1 1 1 | 2 1 2 |
| 16 | | 2 3 2 | 2 1 2 | 3 2 3 |
| 19 | | 3 4 3 | 3 2 3 | 4 3 4 |
| 21 | | 4 5 4 | 4 3 4 | 5 4 6 |

Die Fraßgiftwirkung der beiden Präparate wurde abweichend von der Vorschrift unter verschärften Bedingungen geprüft. Die Bienen erhielten nämlich über die ganze Versuchsdauer die Standardlösung (100 mcg Präparat je 10 mm³) in einer ad-libitum-Fütterung. Der Futterverzehr war bei den Versuchsbienen ebenso groß wie bei den Kontrollbienen. Eine Verweigerung des Futters konnte im Laufe des Versuchs nicht beobachtet werden.

Im Jahre 1961 erfolgte die Prüfung eines Handelspräparates mit *Bacillus thuringiensis* auf Bienenunschädlichkeit. Die Anwendungskonzentration wurde mit 0,2‰ angegeben. Das Mittel wurde im AK an zwei verschiedenen Stellen untersucht. Dabei konnten die im Jahre 1959 mit *Bacillus-thuringiensis*-Präparaten erhaltenen Ergebnisse voll bestätigt werden. Ohne daher auf die Einzelwerte einzugehen, die im Vergleich zu den Tabellen 1—3 keine nennenswerten Unterschiede aufweisen, sei nachstehend eine Zusammenfassung gegeben.

Kontakt-, Atemgiftwirkung und direktes Bespritzen: Keine Schädigung der Bienen. Kein Unterschied zur Kontrolle.

Fraßgiftwirkung: LD 50 per os > 100 mcg.

Danach konnten, ohne eine Schädigung der Versuchsvölkchen befürchten zu müssen, Zeltversuche angesetzt werden. Unter 2 m hohen Drahtzelten mit einer Fläche von 3 × 2 m befanden sich in einem Schutzgehäuse 2 EWK (Einwabenkästchen). In den Zelten blühte *Phacelia tanacetifolia* Benth., die als vorzügliche Bienentrachtpflanze bekannt ist. Die Bienen hatten sich auf die Blüten eingeflogen. Am 28. 6. 1961 um 10.30 Uhr wurde eine 0,2%ige Lösung des Handelspräparates bei gutem Bflug (10 Bienen je m²) und warmem, trockenem Wetter ausgebracht. Die Pflanzen wurden tropfnass gespritzt. Nach dem Antrocknen der Flüssigkeit setzte der Bflug wieder ein. Am 29. 6. 1961 zeigten sich keine Vergiftungserscheinungen und kein vermehrter Totenfall. Am 30. 6. 1961 wurde die Spritzung mit einer zehnfach überhöhten Konzentration, also mit einer 2%igen Lösung, wiederholt. In der Folgezeit, bis zum Oktober 1961, zeigten sich keinerlei Schäden an den Versuchsvölkchen. Die Entwicklung verlief völlig normal.

Zusammenfassung

Die Präparate „Hoe 2802“, „Hoe 2802 conc.“ sowie das Handelspräparat übten, wie unter verschärften Bedingungen in Laboratoriums- und Zeltversuchen bewiesen werden konnte, weder eine Kontaktgift- noch eine Atemgift- oder eine Fraßgiftwirkung auf gekäfigte Flugbienen aus. Ein zeitabhängiger Totenfall weist mit statistischer Sicherheit bei keiner der Wirkungsprüfungen Unterschiede zwischen den Präparaten und der Kontrolle auf.

Literatur

- Anderson, L. D., and Atkins jr., E. L.: Toxicity of pesticides to honey bees. OSA (One-Sheet Answers) Nr. 115, University of California, Agricultural Extension Service. (Rev. 8/1961.)
 Krieg, A.: *Bacillus thuringiensis* Berliner. Mitt. Biol. Bundesanst. 103. 1961, 63.
 Lecomte, J., et Martouret, D.: Non toxicité pour les abeilles des traitements à base de *Bacillus thuringiensis*, souche Anduze. Ann. Abeille 2. 1959, 171—175.

Eingegangen am 2. März 1963.

DK 632.485.22.095.52(4) *Puccinia triticina* „1950/1961“

Die Wandlungen des Rassenspektrums des Weizenbraunrostes (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm. = *P. triticina* Erikss.) in Deutschland von 1950-1961

Von Kurt Hassebrauk, Biologische Bundesanstalt, Institut für Botanik, Braunschweig

Über die physiologische Spezialisierung des Weizenbraunrostes in Deutschland konnte nach dem Kriege vom Jahre 1950 ab wieder jährlich berichtet werden (Hassebrauk, 1—8). Es ist aufschlußreich, nach rund einer Dekade die Ergebnisse einmal zusammenzufassen und vergleichend zu betrachten, um sich von etwa vorliegenden Wandlungen des Rassenspektrums ein Bild machen zu können.

Von 1959 an war es infolge anderer dringlicherer Arbeiten nicht mehr möglich, die Prüfungen planmäßig und vor allem im erforderlichen Umfange fortzusetzen. In den letzten Jahren wurde vielmehr nur noch beiläufig Braunrostmaterial analysiert, das zufällig als Beimischung in den regelmäßig eingesandten Gelbrostproben enthalten war*). Es handelte sich hierbei im Gegensatz zu den in manchen Jahren untersuchten Hunderten von Herkünften nur um wenige (1959: 9, 1960: 35, 1961: 21) Braunrostproben, die erklärlicherweise überdies nun auch nicht mehr gleichmäßig aus dem ganzen Gebiete stammten. Es wird daher davon abgesehen, über die Untersuchungen der letzten Jahre eingehender zu berichten. Da aber trotz der Lückenhaftigkeit diesen Ergebnissen insofern eine gewisse Aussagekraft zukommt,

als zumindest die häufiger auftretenden Rassen mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit erfaßt sein dürften, können die Befunde — mit entsprechendem Vorbehalt — dazu dienen, das Bild vom Wandel des Braunrostassenspektrums im Verlaufe der 12 Jahre von 1950—1961 abzurunden.

In der Tabelle sind alle Rassen, die von 1950—1961 in Deutschland isoliert sind, mit der Angabe ihrer prozentualen Häufigkeit angeführt, während die Abbildung nur die Änderungen im Bestande der wichtigsten Rassen wiedergibt.

Tabelle 1. Relative Häufigkeit physiologischer Rassen des Weizenbraunrostes in Deutschland in den Jahren 1950—1961

| Rasse | 1950 | 1951 | 1952 | 1953 | 1954 | 1955 | 1956 | 1957 | 1958 | 1959 | 1960 | 1961 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 85 | 98 | 84 | 32 | 23 | 22 | 2 | 6 | 2 | | 11 | 17 |
| 4 | | | 1 | | | | | | | | | |
| 11 | 12 | 1 | 2 | | | | | | | | | |
| 14 | | | | 1 | | | | | | | | |
| 15 | | | 10 | | | | | | | | | |
| 17 | | | 2 | 32 | 50 | 46 | 48 | 28 | 36 | 40 | 24 | 21 |
| 18 | | | 1 | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | 4 | 2 | 2 | 6 | 7 | 10 | 24 | 46 |
| 43 | | | 1 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | 4 | | | | | |
| 52 | | | | | 2 | 13 | 34 | 22 | 40 | 50 | 37 | 13 |
| 53 | 1 | 1 | 17 | 6 | 7 | 2 | 3 | 2 | | | | |
| 57 | | | | | | | 1 | | | | | |
| 77 | | | | | | | | 3 | 2 | | 5 | 4 |
| 93 | | 2 | 6 | 7 | 6 | 7 | 5 | 1 | 5 | | | |
| 107 | | | | | | 1 | 1 | | | | | |
| 124 | | | 2 | | | | | | | | | |
| 128 | | | | | | | 1 | 1 | | | | |
| 129 | | | | | | | 1 | | | | | |
| 155 | | | 1 | 2 | 4 | | | 7 | 3 | | | |
| 182 | | | | | 4 | 2 | 1 | 3 | 2 | | | |

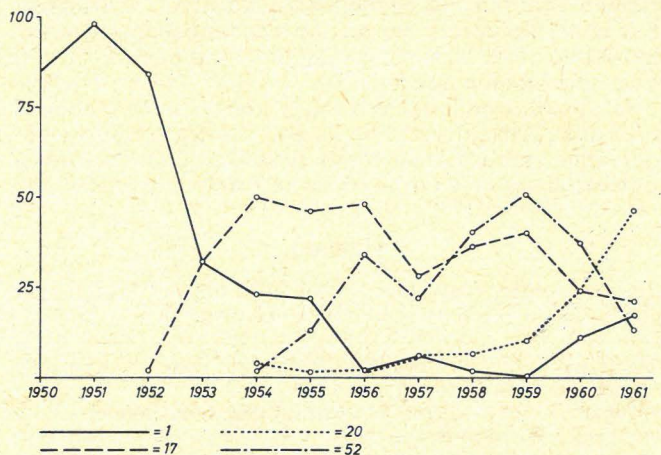


Abb. 1. Änderungen in der prozentualen Häufigkeit der wichtigsten Rassen von *Puccinia triticina* in Deutschland während der Jahre 1950—1961.

Die prozentualen Angaben sind Näherungswerte an die relative Häufigkeit. Eine genaue Bezifferung ist dadurch erschwert, daß sich an vielen Herkunftsorten, ja innerhalb ein und derselben Rostprobe, nicht selten mehrere verschiedene Rassen nachweisen lassen. Ungeachtet dieser einschränkenden Hinweise läßt die Tabelle doch in mehrfacher Hinsicht bemerkenswerte Veränderungen des Rassenspektrums erkennen, die zweifellos außerhalb der Fehlergrenze liegen.

Die Rasse 1 (= 16), eine der alten in Deutschland verbreiteten Rassen, dominierte zu Beginn der von uns betrachteten Zeitspanne ganz eindeutig. Im Jahre 1953 mußte sie sich mit der vor dem Kriege nur sporadisch festgestellten und nun nahezu unvermittelt hochgekommenen Rasse 17 in die Vorherrschaft teilen. In den folgenden Jahren war dann ein ständiger Rückgang der Rasse 1 zu beobachten, und erst 1960/61 scheint sie wieder zuzunehmen. Die Rasse 17 hat statt dessen für mehrere Jahre die Vorherrschaft behauptet, bis sie ihr etwa

*) Die Untersuchungen sind wie üblich mit Einsporlinien auf den alten Testsorten von Johnston und Mains an Keimpflanzen im Gewächshause bei für *Puccinia triticina* optimalen Umweltverhältnissen durchgeführt worden.